

**①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

Offenlegungsschrift
DE 44 37 380 A 1

21 Aktenzeichen: P 44 37 380.5
22 Anmeldetag: 19. 10. 94
43 Offenlegungstag: 13. 7. 95

(51) Int. Cl.⁸:
F01N 7/08
F01N 7/14
F01N 7/18
F16L 9/18
F16L 39/00
B21D 39/04
B21D 53/88
B23P 19/04

DE 44 37 380 A1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①

07.01.94 DE 44 00 313.7

71 Anmelder:

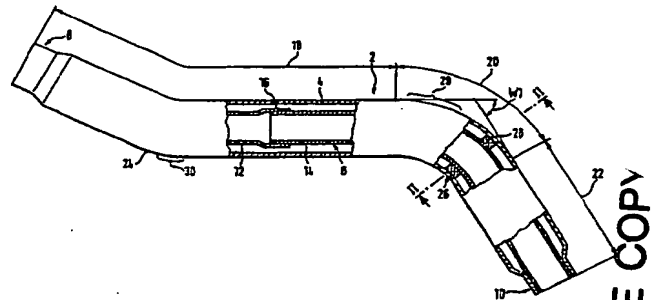
Fa. J. Eberspächer, 73730 Esslingen, DE

72 Erfinder:

**Nording, Thomas, Dipl.-Ing., 73734 Esslingen, DE;
Utter, Alfred, Dipl.-Ing., 66914 Waldmohr, DE**

(54) Luftspaltisoliertes Abgasrohr und Verfahren zu seiner Herstellung

57) Luftpaltisoliertes Abgasrohr (2) mit einem Schiebesitz (16) zwischen zwei Innenrohrabschnitten (12, 14) in einem mittleren Bereich der Länge des Abgasrohres (2). Eine Radiallagerung (26) des Innenrohrs (6) im Außenrohr (4) ist im Bereich eines Bogens (20) oder jenseits des Bogens (20) vorgenommen, der an demjenigen Schenkel (18) des Abgasrohrs (2) anschließt, in dem sich der Schiebesitz (16) befindet. Herstellungstechnisch kann die Radiallagerung (26) vor dem Biegen oder nach dem Biegen der Doppelrohranordnung erstellt werden. Der Schiebesitz (16) kann, auch bei einem geradlinigen Abgasrohr, Krümmer o. dgl., durch Einsatz einer Distanzhülse (40) und durch gemeinsames Kalibrieren der Rohrenden der Innenrohrabschnitte (12, 14) realisiert werden, wobei die Distanzhülse bei Erstinbetriebnahme des Abgasrohres verbrennt. Der Schiebesitz (16) kann alternativ auch durch Polygonkalibrierung und Verdrehung der Rohrenden um die halbe Polygoneinteilung realisiert werden.



BEST AVAILABLE COPY

DE 44 37 380 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05.95 508 028/241

16/35

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Abgasrohr od. dgl., das als luftspaltisoliertes doppelwandiges Rohr mit einem Außenrohr und einem Innenrohr ausgebildet ist, wobei zwei über einen Schiebesitz verbundene Innenrohrabschnitte vorgesehen sind und mindestens an einer Stelle zwischen den Enden des Abgasrohres eine Radiallagerung des Innenrohrs in dem Außenrohr vorgesehen sein kann, und das Abgasrohr auch einen ersten Schenkel, einen zweiten Schenkel und einen die beiden Schenkel verbindenden Bogen aufweisen kann.

Luftspaltisierte, doppelwandige Abgasrohre finden insbesondere bei Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen zunehmend Verwendung, in erster Linie für den Bereich zwischen dem Verbrennungsmotor bzw. dessen Abgaskrümmer, der die Abgase aus mehreren Zylindern zusammenführt, und einer Abgasentgiftungseinrichtung; diese weist normalerweise einen oder mehrere durchströmbare Abgasbehandlungskörper mit großer innerer Oberfläche auf, die mit einer katalytisch wirksamen Substanz beschichtet ist, wobei die Abgasbehandlungskörper in einem Blechgehäuse gehalten sind. Luftspaltisierte Abgasrohre bewirken eine Verringerung der Wärmeabgabe des Abgases an die Umgebung, so daß das Abgas mit höherer Temperatur als bei einfachwandigem Abgasrohr der Abgasentgiftungseinrichtung zuströmt. Dies ist insbesondere während der Warmlaufphase des Verbrennungsmotors von Bedeutung, weil der Abgasbehandlungskörper dann rasch seine Arbeitstemperatur erreicht. Außerdem kann man gut mit einem relativ dünnwandigen Innenrohr aus einem hochtemperaturfesten Material und einem Außenrohr größerer Wandstärke aus preiswerterem Material arbeiten.

Da das Innenrohr luftspaltisolierter Abgasrohre auf erheblich höhere Betriebstemperaturen kommt als das Außenrohr und häufig aus anderem Material als das Außenrohr besteht, kommt es im Betrieb zu Wärmeunterschieden zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr. Je nach Länge des luftspaltisierten Abgasrohres und Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenrohr entstehen im Betrieb Längenunterschiede zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr, die durchaus einige Millimeter betragen können. Derartige Längenunterschiede müssen aufgefangen werden, wobei es bisher gängig ist, einen Schiebesitz zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr an einem Ende des Abgasrohres vorzusehen. Wenn jedoch das Abgasrohr insbesondere einen Bogen aufweist, kann es bei dieser einfachen Konstruktion Probleme geben, weil sich das Innenrohr bei Erwärmung bereichsweise zu stark dem Außenrohr nähert, was die Gefahr der Geräuschbildung durch metallisches Anschlagen mit sich bringt.

Man hat bereits daran gedacht, das Innenrohr beidseitig mit dem Außenrohr fest zu verbinden und irgendwo zwischen den Enden des Abgasrohres einen Schiebesitz zwischen zwei Innenrohrabschnitten vorzusehen. Derartige Abgasrohre waren jedoch bisher nicht wirtschaftlich herzustellen, wenn irgendwo zwischen den Enden des Abgasrohres eine Radiallagerung des Innenrohrs in dem Außenrohr vorhanden sein soll, wie es insbesondere bei längeren oder gebogenen Abgasrohren vorteilhaft ist. In derartigen Fällen konnte man bisher nur so vorgehen, daß das doppelwandige, fertig gebogene Abgasrohr an einer Stelle quer durchtrennt wurde und dort nachträglich der Schiebesitz zwischen den beiden Innenrohrabschnitten und eine Radiallagerung des Innenrohrs in dem Außenrohr erzeugt wurden; danach wurde

das Abgasrohr an der Trennstelle wieder zusammengesweißt. Damit lagen der Schiebesitz und die Radiallagerung zwangsläufig praktisch an derselben Stelle der Länge des Abgasrohres. Die geschilderte Herstellungsweise ist umständlich und teuer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein luftspaltisoliertes Abgasrohr der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem mit Hilfe einfacher Mittel sowohl die Wärmeunterschiede zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr aufgefangen werden als auch Geräuschenstehung durch Anschlagen des Innenrohrs am Außenrohr sicher vermieden ist.

Gelöst wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe dadurch, daß der Schiebesitz an einer ersten Stelle vorgesehen ist, die sich in dem ersten Schenkel befindet, und daß eine Radiallagerung des Innenrohrs an einer zweiten Stelle vorgesehen ist, die sich im Bogen oder im zweiten Schenkel befindet.

Anders als bei bisheriger Technologie hat man somit eine deutliche Distanz zwischen dem Schiebesitz (erste Stelle) und der Radiallagerung (zweite Stelle). Schiebesitze setzen der Relativverschiebung der beiden Schiebesitzpartner einen gewissen Widerstand entgegen; erfindungsgemäß befindet sich die Radiallagerung des Innenrohrs im Außenrohr an einer Stelle, die ein Ausweichen des Innenrohrs ohne Relativbewegung im Schiebesitz verhindert, sondern ein "Arbeiten" des Schiebesitzes erzwingt. Wenn die beiden Schenkel des Abgasrohres unterschiedlich lang sind, ist es günstiger, die Schiebesitzstelle im längeren der beiden Schenkel vorzusehen.

Es wird darauf hingewiesen, daß das erfindungsgemäße Abgasrohr in der Regel nur als Teilabschnitt des gesamten Abgasstrangs vorgesehen ist; insofern könnte man auch von einem Abgasrohrabschnitt sprechen. Ferner wird darauf hingewiesen, daß das Innenrohr fest mit dem Außenrohr verbunden ist, wiewohl es möglich und fallweise sogar günstig ist, mindestens an einem Ende des Abgasrohres einen Schiebesitz des Innenrohrs relativ zum Außenrohr vorzusehen. Auch wird darauf hingewiesen, daß die Erfindung auch bei einem Abgaskrümmer od. dgl. realisierbar ist, der gegebenenfalls in Schalenkonstruktion ausgeführt ist.

Vorzugsweise befindet sich die Radiallagerungsstelle in der dem zweiten Schenkel benachbarten Hälfte des Bogens oder im zweiten Schenkel in der Nähe des Bogens. Bei dieser Anordnung wird am effektivsten verhindert, daß sich das Innenrohr ohne "Arbeiten" des Schiebesitzes als Einheit dehnt und die Längendifferenz gegenüber dem Außenrohr zu einer unangemessenen Verkleinerung des Spalts zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr auf der Außenseite des Innenrohrbogens führt.

Das erfindungsgemäße Abgasrohr ist nicht darauf beschränkt, nur den einen beschriebenen Bogen aufzuweisen. Vielmehr kann im Verlauf des ersten Schenkels und/oder des zweiten Schenkels mindestens ein weiterer Bogen vorhanden sein. Wenn dies der Fall ist, beziehen sich die vorstehenden Ausführungen vorzugsweise auf denjenigen Bogen des Abgasrohres, der die stärkste Richtungsänderung besitzt.

Eine erste, in Weiterbildung der Erfindung bevorzugte Möglichkeit der Ausführung der Radiallagerung ist mittels Drahtgestrick. Drahtgestrick hat den Vorteil, gegebenenfalls mit Vorspannung eine hinreichend große Haltekraft auf das Innenrohr aufzubringen und radiale Wärmeunterschiede zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr elastisch aufzufangen. Die einfach-

ste Möglichkeit ist ein umlaufender Drahtgestrickring zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr.

In Weiterbildung der Erfindung ist es jedoch bevorzugt, statt eines umlaufenden Drahtgestrickrings mehrere, umfangsmäßig beabstandete Drahtgestrickelemente vorzusehen. Je nach Geometrie des Verlaufs des Abgasrohres und nach Lage der zweiten Stelle ermöglicht dies eine einfachere Herstellung des Abgasrohres, wie weiter unten noch deutlicher werden wird.

Das Drahtgestrick, sei es z. B. ein Drahtgestrickring oder umfangsmäßig beabstandete Drahtgestrickelemente, kann am Außenrohr und/oder am Innenrohr befestigt sein, insbesondere mittels Schweißung. Die Befestigung des Drahtgestricks am Innenrohr oder am Außenrohr kann bei der Herstellung vor dem Zusammenstecken und Biegen der Rohre vorgenommen sein, kann aber auch erst nach dem Zusammenstecken und Biegen vorgenommen sein, insbesondere im Fall eines nachträglich eingeschobenen Drahtgestricks als Radiallagerung. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, das Drahtgestrick in Axialrichtung im Außenrohr festzulegen, wiederum vor oder nach dem Zusammenstecken und Biegen, und zwar vorzugsweise zwischen zwei axial beabstandeten Stellen des Außenrohres.

Eine zweite, in Weiterbildung der Erfindung bevorzugte Möglichkeit der Ausbildung der Radiallagerung besteht darin, daß diese mittels mehrerer, nach innen gehender, umfangsmäßig beabstandeter Einprägungen des Außenrohres gebildet ist. Diese Einprägungen lassen sich besonders rationell und nach dem Zusammenstecken und Biegen vornehmen. Die Einprägungen sollen am besten so weit nach innen gehen, daß das Innenrohr bereits im kalten Zustand von innen gegen die Einprägungen anliegt, damit auch im kalten Zustand dort keine Geräusche entstehen.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung sind die Einprägungen umfangsmäßig so weit beabstandet, daß an der zweiten Stelle am Innenrohr Umfangsabschnitte ausreichender Länge frei für elastische Auswölbung bei Temperaturerhöhung sind. Das Material des Innenrohres hat bei Betriebstemperatur eine deutlich geringere Festigkeit als im kalten Zustand. Deshalb ist es bevorzugt, daß die Einprägungen nicht nur punktweise Kontakt mit dem Innenrohr haben, sondern über eine Umfangslänge von mindestens 30°. In den beschriebenen Umfangsabschnitten zwischen dem Kontakt mit den Einprägungen hat das Innenrohr Gelegenheit, sich bei Temperaturerhöhung elastisch auszuwölben, ohne daß es zu einer plastischen Verformung mit der Gefahr eines danach lockeren Sitzes im Außenrohr kommt.

In Weiterbildung der Erfindung gibt es die Möglichkeit, die beiden Innenrohrabschnitte aus unterschiedlichen Materialien und/oder mit unterschiedlicher Wandstärke herzustellen. Da die Beanspruchungen des Innenrohres über die Länge des Abgasrohres gesehen je nach Geometrie des Rohrverlaufs unterschiedlich sein können, kann es günstig sein, einen besonders hochwertigen Werkstoff und/oder eine größere Wandstärke nur dort vorzusehen, wo dies wirklich benötigt wird.

Insgesamt gesehen werden für das Innenrohr in der Regel austenitische, hochwarmfeste Stähle und für das Außenrohr preisgünstigere, ferritische Stähle eingesetzt.

Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Abgasrohres mit Bogen und Schenkel, dadurch gekennzeichnet,

a) daß das Innenrohr, das an der ersten Stelle die

beiden über den Schiebesitz verbundenen Innenrohrabschnitte aufweist, in das Außenrohr gesteckt wird unter gleichzeitiger Erzeugung der Radiallagerung an der zweiten Stelle;

b) daß der Raum zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr mit einem im wesentlichen inkompressiblen Medium gefüllt wird,

c) daß der Bogen durch Biegen der Doppelrohranordnung erzeugt wird;

d) und daß das Medium aus dem Raum zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr entfernt wird.

Gegenstand der Erfindung ist alternativ ferner ein Verfahren zur Herstellung des Abgasrohres, dadurch gekennzeichnet,

a) daß das Innenrohr, das an der ersten Stelle die beiden über den Schiebesitz verbundenen Innenrohrabschnitte aufweist, in das Außenrohr gesteckt wird;

b) daß der Raum zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr mit einem im wesentlichen inkompressiblen Medium gefüllt wird;

c) daß der Bogen durch Biegen der Doppelrohranordnung erzeugt wird;

d) daß das Medium aus dem Raum zwischen dem Außenrohr und dem Innenrohr entfernt wird;

e) und daß an der zweiten Stelle die Radiallagerung erzeugt wird.

Als inkompressibles Medium wird vorzugsweise Stahlsand verwendet.

Bei beiden vorgenannten Verfahren wird vorzugsweise, wie beschrieben, die Radiallagerung durch Drahtgestrick, sei es als Drahtgestrickring oder als umfangsmäßig beabstandete Drahtgestrickelemente, oder mittels nach innen gehender Einprägungen des Außenrohres erzeugt. Je nach Lage der zweiten Stelle im Abgasrohr gibt es jedoch Rohrverläufe, bei denen Drahtgestrick nach dem Biegen der Doppelrohranordnung nicht oder nur schwierig nachträglich eingeschoben werden kann. Im Fall der Radiallagerung mittels Einprägungen ist es häufig rationeller, die Radiallagerung nach dem Biegen der Doppelrohranordnung zu erzeugen.

Eine Radiallagerung mittels Einprägungen hat ferner den Vorteil, daß man eine etwaige Exzentrizität zwischen Innenrohr und Außenrohr, wie sie durch Herstellungstoleranzen des Innenrohres und des Außenrohres sowie durch den Biegevorgang gegeben sein kann, durch die Einprägungen korrigieren kann. Es ist aber auch möglich, die Einprägungen über den Umfang gezielt unterschiedlich tief auszubilden und auf diese Weise eine gezielte Exzentrizität herbeizuführen, insbesondere um in einer bestimmten Radialrichtung der Radiallagerung mehr Abstand zwischen dem Innenrohr und dem Außenrohr zu schaffen. Für temperaturbedingte Verlagerungen des Innenrohres neben der Radiallagerungsstelle wird hierdurch in einer bestimmten Richtung mehr Freiraum geschaffen.

Es wird betont, daß das erfindungsgemäße Abgasrohr zusätzlich zu der beschriebenen Radiallagerung an der beschriebenen zweiten Stelle noch eine oder gar mehrere weitere Radiallagerungen des Innenrohres im Außenrohr aufweisen kann.

Auch sei betont, daß die in mindestens einigen der abhängigen Ansprüche 2 bis 11 enthaltenen Merkmale auch selbständig für sich, also ohne Einschluß der Merkmale des Anspruchs 1, technisch sinnvoll verwirklichtbar

sind und somit eigene Erfindungen darstellen. Dies gilt ganz besonders für die in den Ansprüchen 6, 7, 9, 10, 11 aufgeführten Merkmale. Die in den Ansprüchen 12 und 13 angegebenen Verfahren sind auch zur Herstellung von luftspaltisolierten Abgasrohren einsetzbar, die hinsichtlich der Lage des Schiebesitzes (erste Stelle) und der Lage der Radiallagerung (zweite Stelle) anders ausgebildet sind als es der Definition des Anspruchs 1 entspricht.

Besondere Weiterbildungen der Erfindung sehen insbesondere zwei an sich selbständige Varianten eines Schiebesitzes vor, über den die beiden Innenrohrabschnitte des Innenrohres verschieblich miteinander verbunden sind. Hierbei kann das Abgasrohr mit oder ohne Bogen, also geradlinig, ausgebildet sein. Beide Erfindungsvarianten betreffen nicht nur, wie anspruchsmäßig formuliert, luftisolierte doppelwandige Abgasrohre, sondern es können die besonderen Schiebesitzvarianten auch bei Krümmern mit oder ohne Schalenkonstruktion, Rohrsteckverbindungen oder dergleichen verwendet werden. Jedoch seien die Varianten des Schiebesitzes hier bei einem Abgasrohr abgehandelt.

Die erste Schiebesitzvariante betrifft insbesondere die Verwendung einer Distanzhülse bei der Montage des Innenrohres bzw. bei einem Zusammenstecken der Innenrohrabschnitte, wobei die Distanzhülse insbesondere in den aufkalibrierten, den Fügspalt ausbildenden Endbereich des einen Innenrohrabschnitts bis zu einem definierten ersten Axialendanschlag eingesteckt wird, worauf der andere Innenrohrabschnitt seinerseits in die Distanzhülse bis zu einem zweiten definierten Axialendanschlag der Distanzhülse eingeführt wird. Nach Montage des Schiebesitzes wird das gesamte Innenrohr im Außenrohr (oder in einer ein- oder mehrteiligen Schale) angeordnet, wobei die Distanzhülse radial nach außen stehende Zentriernocken besitzen kann, welche die Distanzhülse einschließlich Innenrohrbereich der Distanzhülse im Außenrohr zentrieren, um so einen exakten einfachen Sitz des Innenrohres einzurichten, bevor dieses an anderer Axialstelle im Außenrohr endmontiert wird.

Die Distanzhülse ist aus einem verbrennbaren Material wie Polyethylen oder Polystyrol ausgebildet, welches eine niedrigere Verbrennungstemperatur als die Abgastemperatur eines Verbrennungsmotors oder dergleichen hat. Wird somit das endmontierte Abgasrohr erstmalig in Betrieb genommen, verbrennt die Distanzhülse rückstandsfrei und gibt dadurch den exakten zuvor durch die Distanzhülse eingestellten Schiebesitz frei. Findet somit Sand (oder ein anderes Befüllmedium) für ein Biegen eines krummen Abgasrohres Verwendung, kann dieser Sand nicht in den Fügspalt der Innenrohrabschnitte gelangen, da dieser durch die Distanzhülse so lange belegt ist, bis auch der Sand wieder entfernt wird. Eine Verschmutzung des Schiebesitzbereiches durch Befüllmedium ist also keinesfalls möglich.

Die Distanzhülse sorgt für eine Zwangspositionierung der Innenrohrabschnitte im Außenrohr im Montagezustand. Mit Einsatz einer Distanzhülse werden beide Innenrohrabschnitte im Einsteckbereich gemeinsam kalibriert.

Durch Verwendung vorgenannter Distanzhülse werden nicht nur Einstecktiefe und Schiebeweg definiert und eine Zwangspositionierung eingerichtet, sondern es ist insbesondere eine Toleranzenengung um mindestens 50% im Spaltmaß gegenüber Einzelbearbeitung der beiden Teile möglich. Insbesondere kann das Spaltmaß zwischen Rohr und Muffe bzw. zwischen den Innenrohrabschnitten im Einsteckbereich bezüglich

Durchmesser und Abwicklungstoleranz durch gemeinsames Kalibrieren eingeengt werden. Durch die Zentriernocken der Distanzhülse ist Konzentrität von gasführendem Innenrohr zum Außenrohr in der Montagephase gewährleistet.

Die zweite Schiebesitzvariante betrifft ein besonderes Kalibrierverfahren des Umfangs der Innenrohrabschnitte im Endbereich der Steck- und Schiebeverbindung. Insbesondere werden die beiden Endbereiche einzeln mit einer sogenannten Polygonkalibrierung versehen, und zwar durch besondere Kalibrierdorne oder Kalibrier-Spreizsegmente, die (in Stirnansicht des Innenrohrs) ein Viel- oder Mehrck durch Abflachungen des zuvor runden Durchmessers schaffen, wobei auf dem Umfang weiter Rundstellen zwischen den Abflachungen verbleiben. Die Abflachungen, vorzugsweise drei pro Innenrohrabschnitt, sind insbesondere auf dem Umfang gleich verteilt.

Die einzeln polygonkalibrierten Innenrohrabschnitte werden nun nach einem Zusammenstecken umfangsmäßig zueinander verdreht, bis Axiallinienberührung zwischen den Teilen gegeben ist. Die Umfangsverdrehung entspricht vorzugsweise der halben Polygoneinteilung.

Es wird mithin erfindungsgemäß eine bestimmte Formgebung der Innenrohrabschnitte geschaffen, welche durch mindestens drei Axiallinienberührungen zwischen den Teilen eine Relativbewegung der beiden Rohrenden der Steckverbindung in radialer Richtung verhindert, jedoch in axialer Richtung ein Verschieben der Teile nach wie vor zuläßt, so daß im Fahrbetrieb keine Klappergeräusche auftreten können, auch nicht bei einem Kaltstart eines Fahrzeuges. Die beiden Rohre sind in ihrer Lage zueinander trotz erforderlichem Spalt fixiert. Die Abwicklungen der beiden Rohrenden sind so dimensioniert, daß auch unterschiedliche radiale Wärmedehnungen z. B. beim Einsatz verschiedener Materialien kompensiert werden können, ohne zum Blockieren des Schiebesitzes zu führen. Durch die Erfindung wird mithin eine "gezielte Unrundheit" eingerichtet, um auf einfache Weise Klappergeräusche zu verhindern, obgleich keine übergroßen Anforderungen an die Fertigungstoleranz der Einzelteile gestellt werden müssen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung näher erläutert; Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise aufgeschnittene Ansicht eines doppelwandigen Abgasrohrs,

Fig. 2 einen Querschnitt des Abgasrohrs der Fig. 1 gemäß Schnittangabe II-II,

Fig. 3 eine teilweise aufgeschnittene Teil-Ansicht einer abgeänderten Ausführungsform des Abgasrohrs gemäß Fig. 1,

Fig. 4 einen Querschnitt des Abgasrohrs der Fig. 3 gemäß Schnittangabe IV-IV,

Fig. 5 einen Schnitt ähnlich Fig. 1 im Bereich eines Schiebesitzes in besonderer Ausgestaltung,

Fig. 6 eine Stirnansicht der Fig. 5 unter Weglassung des Außenrohres,

Fig. 7 einen Querschnitt der Fig. 6 gemäß Schnittangabe I-I,

Fig. 8 eine Stirnansicht im Fügezustand eines anderen Schiebesitzes ähnlich Fig. 6,

Fig. 9 einen Querschnitt der Fig. 8 gemäß Schnittangabe III-III,

Fig. 10 eine Stirnansicht des Schiebesitzes der Fig. 8 nach einem Verdrehen bzw. im Montagezustand, und

Fig. 11 einen Querschnitt der Fig. 10 gemäß Schnittangabe V-V ähnlich Fig. 9.

Das in Fig. 1 dargestellte Abgasrohr 2 weist als Hauptbestandteile ein Außenrohr 4 und ein im wesentlichen hierzu konzentrisches Innenrohr 6 auf. An beiden Enden 8, 10 des Abgasrohres 2 ist das Außenrohr 4 so weit in seinem Durchmesser verkleinert, daß es an dem Innenrohr 6 anliegt, wie in Fig. 1 rechts unten erkennbar. An den beiden Enden 8, 10 sind das Außenrohr 4 und das Innenrohr 6 z. B. durch Schweißung fest miteinander verbunden.

Das Innenrohr besteht aus einem ersten Innenrohrabschnitt 12 und einem zweiten Innenrohrabschnitt 14, die an einer weiter unten noch genauer zu beschreibenden, ersten Stelle über einen Schiebesitz 16 miteinander verbunden sind. Zur Ausbildung des Schiebesitzes 16 ist einer der beiden Innenrohrabschnitte 12, 14 in seinem dortigen Endbereich so weit in seinem Durchmesser aufgeweitet, daß der dortige Endbereich des anderen Innenrohrabschnitts mit relativ engem, klapperfreiem Sitz, der jedoch eine axiale Relativverschiebung der beiden Innenrohrabschnitte im Schiebesitz 16 zuläßt, hineinpaßt. Weitere Einzelheiten zu Ausführungsvarianten des Schiebesitzes werden noch weiter unten beschrieben.

Hinsichtlich des geometrischen Verlaufs besteht das Abgasrohr 2 aus einem ersten Schenkel 18, einem an den ersten Schenkel 18 anschließenden Bogen 20, und einem an den Bogen 20 anschließenden, zweiten Schenkel 22. Der erste Schenkel 18 hat eine erheblich größere Länge als der zweite Schenkel 22. Durch den Bogen 20 hat das Abgasrohr 2 dort eine relativ starke Richtungsänderung, die beim dargestellten Ausführungsbeispiel etwa 70° beträgt (Winkel W1). Die Zeichnungsebene der Fig. 1 ist so gelegt, daß die Längsmittelachse des zweiten Schenkels 22, die gekrümmte Längsmittelachse des Bogens 20 und die Längsmittelachse eines an den Bogen 20 anschließenden Teilbereichs des ersten Schenkels 18 in der Zeichnungsebene liegen.

Der erste Schenkel 18 ist nicht durchgehend geradlinig, sondern weist einen weiteren Bogen 24 auf, der eine sehr viel kleinere Richtungsänderung als der weiter vorn beschriebene Bogen 20 definiert. Die gekrümmte Längsmittelachse des weiteren Bogens 24 kann, muß aber nicht, in der Zeichnungsebene der Fig. 1 liegen, so daß der zwischen dem weiteren Bogen 24 und dem Abgasrohr 2 befindliche Teilbereich des ersten Schenkels 18 in der Zeichnungsebene liegen oder aus der Zeichnungsebene nach hinten oder nach vorn herausführen kann.

An einer zweiten Stelle, die sich in dem Bogen 20, aber ziemlich nahe dem dem zweiten Schenkel 22 zugewandten Bogenende, befindet, ist eine Radiallagerung 26 des Innenrohres 6 in dem Außenrohr 4 vorgesehen. Beim in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Radiallagerung 26 aus drei umfangsmäßig verteilten, voneinander beabstandeten Drahtgestrickelementen 28. Die Drahtgestrickelemente 28 haben beim dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils eine Umfangslänge von 30°. Es könnte auch eine andere Anzahl der Drahtgestrickelemente oder auch ein umlaufender Drahtgestrickring vorgesehen sein.

Die Position des Schiebesitzes 16 im ersten Schenkel 18 ist unkritisch. Meistens wird man den Schiebesitz — grob gesprochen — im mittleren Bereich der Länge des ersten Schenkels 18 vorsehen.

Wenn das dargestellte, luftspaltisolierte, doppelwandige Abgasrohr 2 durch sein Innenrohr 6 von heißem Abgas durchströmt wird, erfährt das Innenrohr 6 eine größere Längendehnung als das Außenrohr 4, wobei ein

erheblich größerer Teil des Längendehnungsunterschieds auf den ersten Schenkel 18 entfällt. Dort wird der Längendehnungsunterschied durch den Schiebesitz 16 aufgenommen, d. h. dort schieben sich die beiden Innenrohrabschnitte 12, 14 ein Stück weiter zusammen. Der Schiebesitz 16 läßt sich nicht widerstandsfrei weiter zusammenschieben. Durch die Radiallagerung 26 an der beschriebenen zweiten Stelle ist jedoch sichergestellt, daß der Schiebesitz 16 bei Temperaturerhöhung des Innenrohres 6 tatsächlich sich zusammenschiebend arbeitet und das Innenrohr 6 nicht einfach durch örtliche Verlagerung mehr zur Außenseite des Bogens 20 hin ausweicht, weil die Radiallagerung 26 gezielt gerade diese Ausweichbewegung der aus dem ersten Schenkel 18 kommenden Längenänderung verhindert. Im zweiten Schenkel 22 entsteht selbstverständlich ebenfalls eine Längendehnungsdifferenz zwischen dem Außenrohr 4 und dem Innenrohr 6, die jedoch wegen der kürzeren Länge des zweiten Schenkels 22 im Vergleich zum ersten Schenkel 18 kleiner ist. Diese Längendehnungsdifferenz wird dadurch aufgenommen, daß sich das Innenrohr 6 etwa im Bereich 29 der Außenseite des Bogens 20 etwas dem Außenrohr 4 annähert. Der Ringspalt zwischen dem Außenrohr 4 und dem Innenrohr 6 ist groß genug, die dortige Verlagerung aufzufangen. Etwas Analoges spielt sich etwa im Bereich 30 der Außenseite des weiteren Bogens 24 ab als Auswirkung des Längendehnungsunterschiedes zwischen dem Innenrohr 6 und dem Außenrohr 4 in dem dem Abgasrohr 2 benachbarten Teilbereich des ersten Schenkels 18. Selbst wenn dieser Teilbereich eine beträchtliche Länge hat, sind hier die Auswirkungen weniger ausgeprägt, weil der weitere Bogen 24 eine kleinere Richtungsänderung definiert als der Bogen 20.

Die Radiallagerung 26 kann auch weiter nach links hinein in den Bogen 20, sogar über dessen Scheitelpunkt hinaus, verlagert sein oder könnte auch im zweiten Schenkel 22 positioniert sein, am besten allerdings nicht weit vom Bogen 20 entfernt.

In den Fig. 3 und 4 ist eine abgewandelte Ausführungsform der Radiallagerung 26 veranschaulicht, wobei nur die Unterschiede zu der beschriebenen ersten Ausführungsform beschrieben werden. Statt der Drahtgestrickelemente 28 sind über den Umfang des Abgasrohres 2 verteilt mehrere beabstandete Einprägungen 32 des Außenrohres 4 vorgenommen. Die Einprägungen 32 gehen so weit nach innen, daß im kalten Zustand des Abgasrohres klapperfreier Lagerungskontakt zwischen dem Innenrohr 6 und dem Außenrohr 4 besteht. Beim gezeichneten Ausführungsbeispiel beträgt die in Kontakt mit dem Innenrohr 6 befindliche Umfangslänge der Einprägungen etwa 90°; es sind zwei diametral gegenüberliegende Einprägungen 32 vorgesehen. Man könnte auch mit einer größeren, über den Umfang verteilten Anzahl von in Umfangsrichtung beabstandeten Einprägungen 32 arbeiten. Es ist jedoch bevorzugt, zwischen den in Kontakt mit dem Innenrohr 6 befindlichen Einprägungen 32 freie Umfangsabschnitte 34 des Innenrohres 6 zu haben, die in Umfangsrichtung lang genug sind, um dort eine elastische Auswölbung des Innenrohres 6 bei Temperaturerhöhung zu erlauben. Hierdurch ist verhindert, daß sich das Innenrohr 6 bei Temperaturerhöhung in der Radiallagerung 26 plastisch verformt. Dortige plastische Verformung hätte zur Folge, daß das Innenrohr 6 bei der nächsten Abkühlung nicht mehr straff in der Radiallagerung 26 sitzt.

Es wird darauf hingewiesen, daß das beschriebene Abgasrohr durchaus noch weitere Bögen aufweisen

kann, z. B. einen weiteren Bogen sogar relativ starker Richtungsänderung im ersten Schenkel 18 ziemlich nahe an dem Ende 8. Wenn die Rohrlänge zwischen diesem weiteren Bogen und dem Ende 8 nicht zu groß ist, bewirkt die Befestigung des Innenrohrs 6 und des Außenrohrs 4 aneinander im Bereich des Endes 8 eine die beschriebenen, unerwünschten Ausweichbewegungen des Innenrohrs 6 verhindernde Festlegung. Insbesondere wenn der weitere Bogen eine starke Richtungsänderung definiert und zugleich die Rohrlänge zwischen diesem weiteren Bogen und dem Ende 8 beträchtlich ist, kann man im dortigen Bereich eine weitere Radiallagerung 26 analog der beschriebenen Radiallagerung 26 vornehmen.

Die bislang beschriebenen Abgasrohre 2 lassen sich so herstellen, daß man das bereits mit dem Schiebesitz 16 versehene Innenrohr 6 in das Außenrohr 4 einsteckt und an einem der beiden Enden 8, 10 die feste Verbindung zwischen dem Innenrohr 6 und dem Außenrohr 4 herstellt. Dann wird z. B. Sand in den Ringspaltraum zwischen dem Innenrohr 6 und dem Außenrohr 4 auf die gesamte Länge eingebracht. Dann läßt sich diese Doppelrohranordnung zur Herstellung aller gewünschten Bögen 20, 24, usw. mit gängiger, einfacher Technologie biegen. Danach wird der Sand aus dem Ringspaltraum über das noch unverbundene Ende 10 abgegeben. Schließlich wird am Ende 10 die feste Verbindung zwischen dem Innenrohr 6 und dem Außenrohr 4 hergestellt.

Die Radiallagerung 26 kann man wahlweise vor dem Biegevorgang herstellen oder danach. Für die erstgenannte Möglichkeit befestigt man beispielsweise die drei Drahtgestrickelemente 28 durch Widerstandsschweißung an dem Innenrohr 6, ehe dieses in das Außenrohr 4 eingesteckt wird. Durch die freien Umfangsbereiche zwischen den Drahtgestrickelementen 28 kann der einzufüllende Sand die Radiallagerungsstelle passieren. Analoges gilt für die alternative Radiallagerung 26 mittels Einprägungen 32, wenn man diese vor dem Biegen der Doppelrohranordnung herstellt. Die Erstellung der Radiallagerung 26 mit Einprägungen 32 eignet sich aber auch ganz besonders für die zweitgenannte Möglichkeit, d. h. Erstellung nach dem Biegen. Man kann die zweitgenannte Möglichkeit aber auch mit einem Drahtgestrickring oder mit Drahtgestrickelementen 28 durchführen, z. B. durch axiales Einschieben in den Ringraum nach dem Biegen und dem Entfernen des Sandes. Axiale Festlegung des Drahtgestricks kann z. B. durch umlaufende Einprägungen beidseits neben dem Drahtgestrick, durch Widerstands-Verschweißung mit dem Außenrohr 4 oder dergleichen erfolgen.

Die Radiallagerung 26 wird in der Regel mit einer so hohen Anpreßkraft auf das Innenrohr 6 vorgenommen, daß dieses sich noch in Axialrichtung dort relativ zu dem Außenrohr 4 verschieben kann. Zu hohe Anpreßkraft ist nachteilig, weil dann das Innenrohr 6 bei Temperaturerhöhung zu leicht in den Bereich plastischer Verformung im Bereich der Radiallagerung 26 kommt.

In den Fig. 5 bis 7 ist eine besondere Ausgestaltung eines Schiebesitzes 16 zwischen den Innenrohrabschnitten 12, 14 dargestellt, die konzentrisch im Außenrohr 4 des Abgasrohres 2 eingebettet und auch zentriert sind.

Im besonderen findet bei der Montage des Zusammensteckens der gemeinsam kalibrierten Innenrohrabschnitte 12, 14 eine Distanzhülse 40 Verwendung, welche kreisrund ausgebildet ist und aus einem verbrennbaren Material, vorzugsweise Kunststoffmaterial, besteht und welche nach einer Endmontage bei Erstinbetrieb-

nahme des Abgasrohres durch die Abgaswärme verbrennt und so den funktionell und maßlich optimierten Schiebesitz 16 freigibt. Die Distanzhülse 40 wird also nur in der Fertigungsphase benötigt.

Die Distanzhülse weist an ihren Axialenden Umfangsabsätze auf.

Der eine gemäß Zeichnung rechte Umfangsabsatz der Distanzhülse ist ein radial nach innen weisender Umfangsvorsprung und bildet einen ersten Axialendanschlag 41 für das Rohrende des zweiten Innenrohrabschnitts 14. Der andere gemäß Zeichnung linke Umfangsabsatz der Distanzhülse 40 ist ein radial nach außen weisender Umfangsvorsprung und bildet einen zweiten Axialendanschlag 42 für das Rohrende des ersten Innenrohrabschnitts 12. Der Axialabstand der beiden Axialendanschläge 41, 42 bestimmt die Einstecktiefe t des zweiten Innenrohrabschnitts 14 im ersten Innenrohrabschnitt 12 und mithin auch den Schiebeweg s bei vorgegebener Axiallänge einer Aufkalibrierung des Innenrohrabschnitts 12, wie dies insbesondere der Fig. 5 zu entnehmen ist.

Die Distanzhülse 40 weist ferner radial außenseitig zum zweiten Axialendanschlag 42 umfangsmäßig gleich verteilte vier Zentriernocken 43 auf, wobei die Distanzhülse insgesamt einstückig ausgebildet ist, d. h. Zentriernocken 43 und Axialendanschläge 41, 42 integrierte Bestandteile der Hülse sind. Insbesondere finden (entgegen dem gezeigten Ausführungsbeispiel) drei Zentriernocken 43 Verwendung, die statisch bestimmt eine exakte Berührung mit dem Innenumfang des Außenrohrs 4 ermöglichen.

Durch eine bestimmte Formgebung sowie Einsatz einer Distanzhülse 40 ist somit sichergestellt, daß es im pulsierenden Gasstrom bzw. Fahrbetrieb nicht zu Klappergeräuschen und zu funktionsbeeinträchtigenden Störungen kommen kann, da der Fügespalt temperatur- und dehnungsabhängig eingestellt werden kann.

In den Fig. 8 bis 11 ist eine weitere Schiebesitzvariante dargestellt, die ebenfalls mit Hilfe einfacher Mittel verhindert, daß es weder zu Klappergeräuschen noch zu einem Blockieren wie vorstehend beschrieben kommen kann.

Es findet insbesondere eine bestimmte konstruktive Formgebung Verwendung, welche durch Polygonkalibrierung auf dem Umfang der Endbereiche der beiden Innenrohrabschnitte 12, 14 entsteht.

Beim Kalibrieren der Innenrohrabschnitte 12, 14, im Ausführungsbeispiel der Fig. 8 bis 11 mit Hilfe eines sechsfachen Spreizsegmentes, wird an jedes zweite Segment im Außenradius eine Fläche von mindestens 0,3 mm angeschliffen. Es entsteht eine Kreisform mit drei um je 120° versetzten Abflachungen 44 an den Rohrenden.

Im Fügezustand gemäß den Fig. 8 und 9 liegen die Abflachungen 44 der beiden Rohrenden deckungsgleich übereinander und geben den Fügespalt frei.

Dann werden die Innenrohrabschnitte 12, 14 zum Einbauzustand gemäß den Fig. 10 und 11 um den halben Teilungswinkel des Polygons, hier 60°, zueinander verdreht, und es entstehen drei Linienberührungen, welche zuverlässig ein Klappern verhindern und gleichermaßen axiale Verschieblichkeit der Einzelteile gewährleisten. Der im Fahrbetrieb erwärmte Innenrohrabschnitt 14 kann sich in die freien Umfangsräume 45 radial ausweiten, ohne ein Blockieren des Schiebesitzes zu verursachen.

Schließlich sei nochmals angemerkt, daß in den Unteransprüchen enthaltene selbständig schutzfähige

Merkmale trotz der vorgenommenen formalen Rückbeziehung auf den Hauptanspruch und die Nebenansprüche entsprechenden eigenständigen Schutz haben sollen. Im übrigen fallen sämtliche in den gesamten Anmeldungsunterlagen enthaltenen erfinderischen Merkmale in den Schutzzumfang der Erfindung.

Patentansprüche

1. Abgasrohr, das als luftspaltisoliertes doppelwandiges Rohr mit einem Außenrohr (4) und einem Innenrohr (6) ausgebildet ist und das einen ersten Schenkel (18), einen zweiten Schenkel (22) und einen die beiden Schenkel verbindenden Bogen (20) aufweist, wobei zwei über einen Schiebesitz (16) verbundene Innenrohrabschnitte (12, 14) vorgesehen sind und mindestens an einer Stelle zwischen den Enden des Abgasrohres (2) eine Radiallagerung (26) des Innenrohrs (6) in dem Außenrohr (4) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet,** daß der Schiebesitz (16) an einer ersten Stelle vorgesehen ist, die sich in dem ersten Schenkel (18) befindet, und daß eine Radiallagerung (26) des Innenrohrs (6) an einer weiten Stelle vorgesehen ist, die sich in dem Bogen (20) oder in dem zweiten Schenkel (22) befindet.
2. Abgasrohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die zweite Stelle in der dem zweiten Schenkel (22) benachbarten Hälfte des Bogens (20) oder in dem zweiten Schenkel (22) in der Nähe des Bogens (20) befindet.
3. Abgasrohr nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein weiterer Bogen (24) im Verlauf des ersten Schenkels (18) und/oder des zweiten Schenkels (22) vorgesehen ist.
4. Abgasrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an einem seiner Enden ein Schiebesitz des Innenrohrs (6) relativ zu dem Außenrohr (4) vorgesehen ist.
5. Abgasrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Radiallagerung (26) mittels Drahtgestrick vorgesehen ist.
6. Abgasrohr nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere umfangsmäßig beabstandete Drahtgestrickelemente (28) vorgesehen sind.
7. Abgasrohr nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Drahtgestrick (28) an dem Innenrohr (6) oder dem Außenrohr (4) befestigt ist.
8. Abgasrohr nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Drahtgestrick (28) in Axialrichtung in dem Außenrohr (4) festgelegt ist.
9. Abgasrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Radiallagerung (26) mittels mehrerer, nach innen gehender, umfangsmäßig beabstandeter Einprägungen (32) des Außenrohres (4) vorgesehen ist.
10. Abgasrohr nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einprägungen (32) so weit beabstandet sind, daß am Innenrohr (6) Umfangsabschnitte (34) ausreichender Länge frei für elastische Auswölbung sind.
11. Abgasrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Innenrohrabschnitte (12, 14) aus unterschiedlichen Materialien bestehen und/oder unterschiedliche Wandstär-

ken haben.

12. Verfahren zur Herstellung des Abgasrohrs nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet,

- a) daß das Innenrohr (6) das an der ersten Stelle die zwei über den Schiebesitz (16) verbundenen Innenrohrabschnitte (12, 14) aufweist, in das Außenrohr (4) gesteckt wird unter gleichzeitiger Erzeugung der Radiallagerung (26) an der zweiten Stelle,
- b) daß der Raum zwischen dem Außenrohr (4) und dem Innenrohr (6) — mit einem im wesentlichen inkompressiblen Medium gefüllt wird,
- c) daß der Bogen (20) durch Biegen der Doppelrohranordnung (4, 6) erzeugt wird, und
- d) daß das Medium aus dem Raum zwischen dem Außenrohr (4) und dem Innenrohr (6) entfernt wird.

13. Verfahren zur Herstellung des Abgasrohrs nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet,

- a) daß das Innenrohr (6), das an der ersten Stelle die zwei über den Schiebesitz (16) verbundenen Innenrohrabschnitte (12, 14) aufweist, in das Außenrohr (4) gesteckt wird,
- b) daß der Raum zwischen dem Außenrohr (4) und dem Innenrohr (6) mit einem im wesentlichen inkompressiblen Medium gefüllt wird,
- c) daß der Bogen durch Biegen der Doppelrohranordnung (4, 6) erzeugt wird,
- d) daß das Medium aus dem Raum zwischen dem Außenrohr (4) und dem Innenrohr (6) entfernt wird, und
- e) daß an der zweiten Stelle die Radiallagerung (26) erzeugt wird.

14. Verfahren zur Herstellung eines luftspaltisolierten doppelwandigen Abgasrohrs (2) od. dgl. mit einem Außenrohr (4) und einem gasführenden Innenrohr (5), das einen ersten Innenrohrabschnitt (12) und einen zweiten Innenrohrabschnitt (14) aufweist, die über einen Schiebesitz (16) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Montage des Innenrohrs (5) bzw. bei einem Zusammenstecken der zueinander axial ausgerichteten, angepaßten, einen Fügspalt aufweisenden Innenrohrabschnitte (12, 14) eine zwischengeordnete Distanzhülse (40) verwendet wird, welche bei Erstinbetriebnahme des Abgasrohres (2) durch die Abgaswärme verbrennt und dadurch den Schiebesitz (16) freigibt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Distanzhülse (40) die Einstecktiefe (t) und/oder der Schiebeweg (s) des zweiten Innenrohrabschnitts (14) im ersten Innenrohrabschnitt (12) festgelegt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Distanzhülse (40) das Spaltmaß des Fügespaltens bezüglich Durchmesser und Abwicklungstoleranz der Innenrohrabschnitte (12, 14) durch gemeinsames Kalibrieren festgelegt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Distanzhülse (40) das Innenrohr (6) zum Außenrohr (4) zentriert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzhülse (40)

in den aufkalibrierten, den Fügspalt ausbildenden Endbereich des ersten Innenrohrabschnitts (12) bis zu einem definierten ersten Axialendanschlag (41) eingesteckt und anschließend der Endbereich des zweiten Innenrohrabschnitts (14) bis zu einem definierten zweiten Axialendanschlag (42) eingesteckt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammengesteckten Innenrohrabschnitte (12, 14) einschließlich Distanzhülse (40) in das Außenrohr (4) gesteckt werden, wobei durch radial äußere auf dem Umfang verteilte Zentriernocken (43) der Distanzhülse (40) das Innenrohr (6) im Außenrohr (4) zentriert wird.

20. Verfahren zur Herstellung eines luftspaltisolierten doppelwandigen Abgasrohrs (2) od. dgl. mit Außenrohr (4) und gasführendem Innenrohr (6), das einen ersten Innenrohrabschnitt (12) und einen zweiten Innenrohrabschnitt (14) aufweist, die über einen Schiebesitz (16) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Schiebesitz durch Polygonkalibrierung auf dem Umfang der Innenrohrabschnitte (12, 14) im Endbereich der Steck- und Schiebeverbindung ausgebildet wird, wobei die einzelnen polygonkalibrierten Innenrohrabschnitte (12, 14) nach einem Zusammenstecken umfangsmäßig zueinander verdreht werden, bis Axiallinienberührung zwischen den Endbereichen der Innenrohrabschnitte (12, 14) entsteht.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen polygonkalibrierten Innenrohrabschnitte (12, 14) nach einem Zusammenstecken um den halben Teilungswinkel der Polygonkalibrierung zueinander verdreht werden.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Polygonkalibrierung durch auf dem Rohrumfang gleich verteilte Abflachungen (44), insbesondere drei Abflachungen (44) pro Rohrabschnitt (12 bzw. 14), ausgebildet wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Polygonkalibrierung durch feste oder verstellbare Kalibrierdorne erfolgt.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Polygonkalibrierung durch Spreizsegmente erfolgt.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Polygonkalibrierung durch sechs Spreizsegmente erfolgt, wobei an jedes zweite Spreizsegment im Außenradius eine Fläche von mindestens 0,3 mm angeschliffen ist.

26. Abgasrohr mit Schiebesitz (16) im Innenrohr (6) in Herstellung nach einem der Verfahren gemäß den Ansprüchen 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine Distanzhülse (40) aus verbrennbarem Material vorgesehen ist, die in dem Fügspalt zwischen erstem Innenrohrabschnitt (12) und zweitem Innenrohrabschnitt (14) aufgenommen ist, wobei die Distanzhülse (40) an ihrem einen Ende einen radial inneren ersten Axialendanschlag (41) für einen axialen Eingriff mit dem Rohrende des zweiten Innenrohrabschnitts (14) und an ihrem anderen Ende einen radial äußeren zweiten Axialendanschlag (42) für einen axialen Eingriff mit dem Rohrende des ersten Innenrohrabschnitts (12) besitzt.

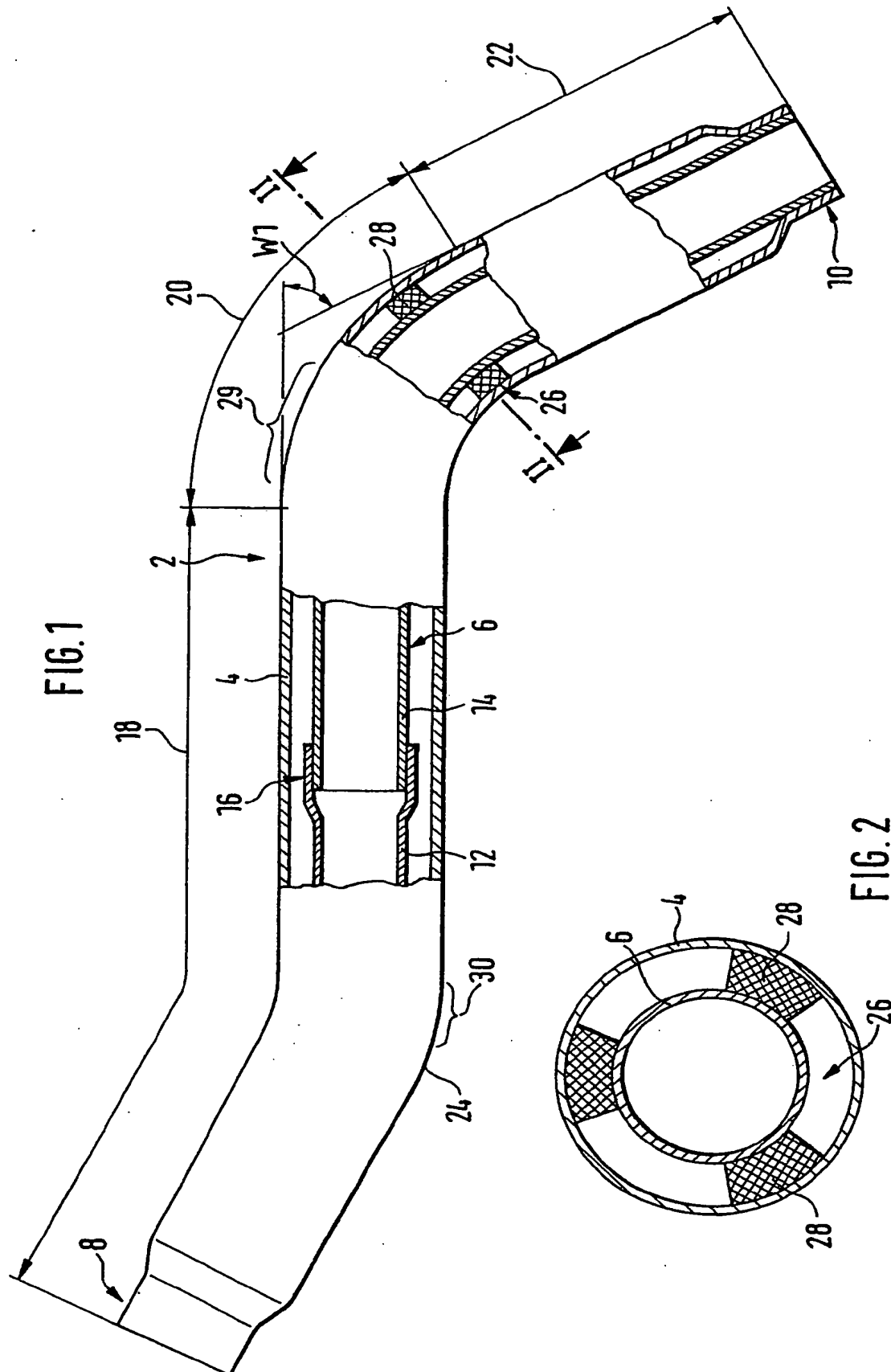
27. Abgasrohr nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzhülse (40) im Bereich des zweiten Axialendanschlags (42) radial äußere Zen-

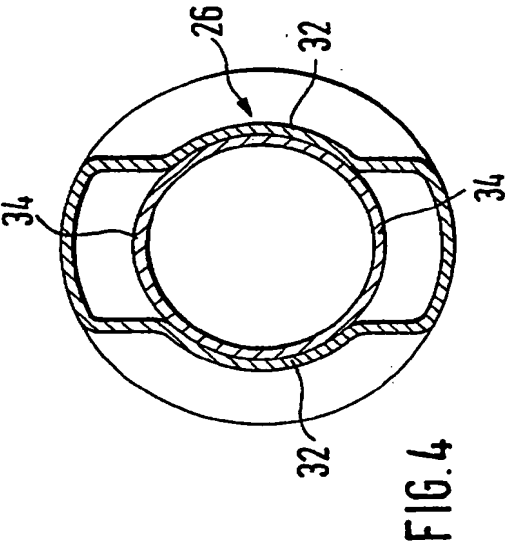
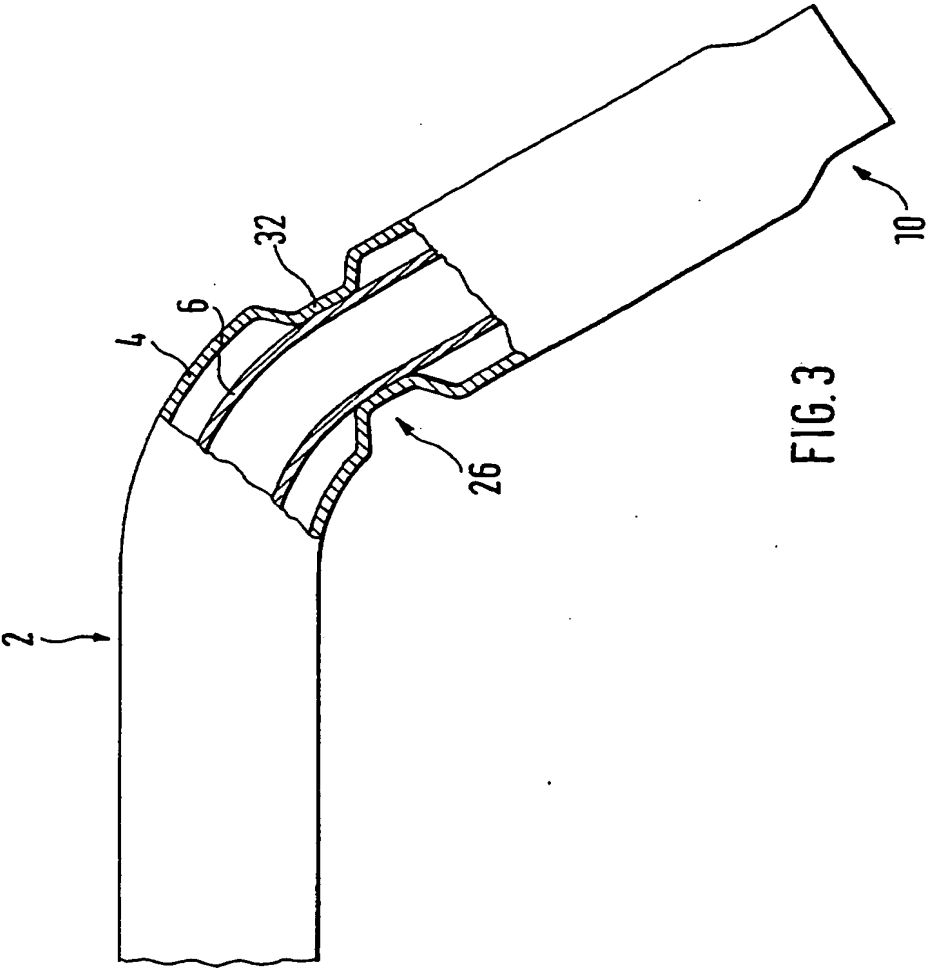
triernocken (43) für eine Zentrierung des Innenrohrs (6) im Außenrohr (4) aufweist.

28. Abgasrohr nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest drei umfangsmäßig gleich verteilte Zentriernocken (43) vorgesehen sind.

29. Abgasrohr nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzhülse (40) aus Kunststoff, insbesondere aus weichem Polyethylen oder Polystyrol, aus Pappe oder aus Holz besteht.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen





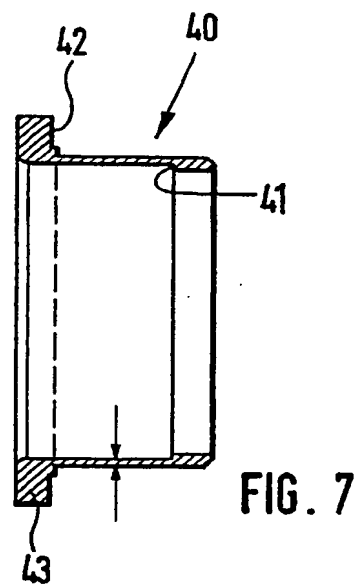
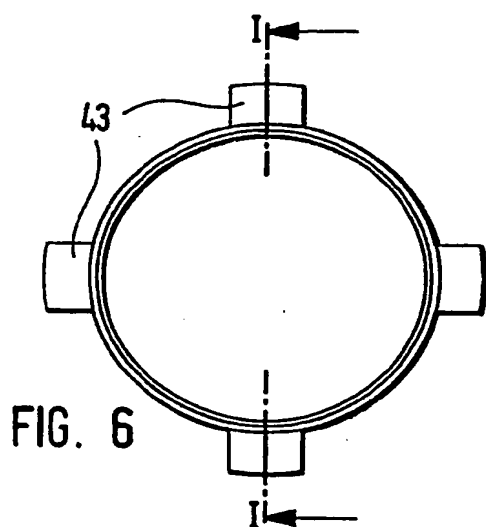
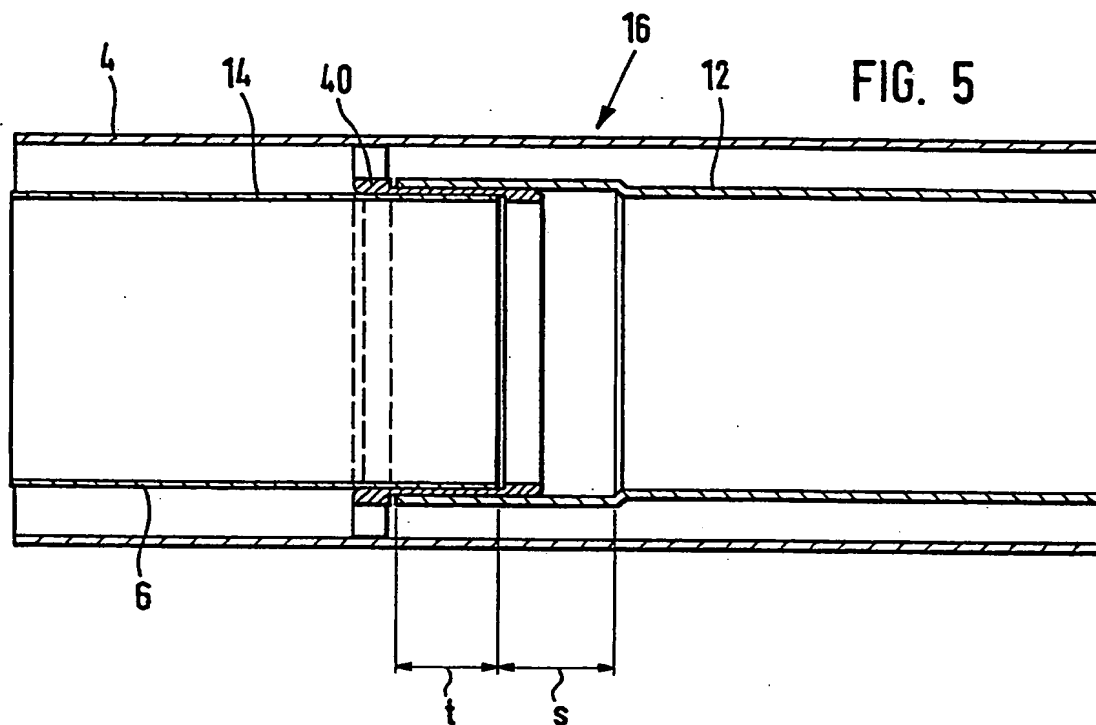


FIG. 8

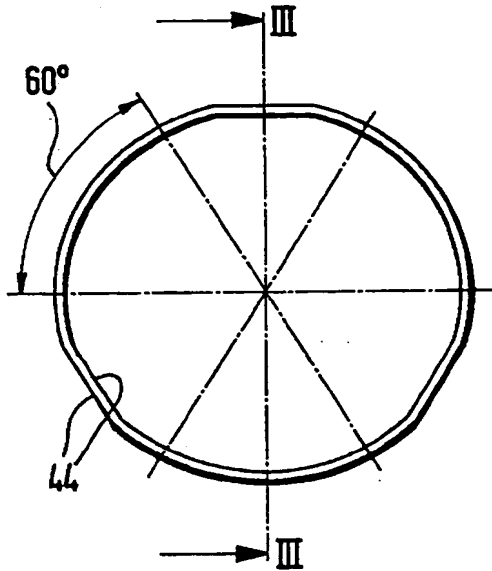
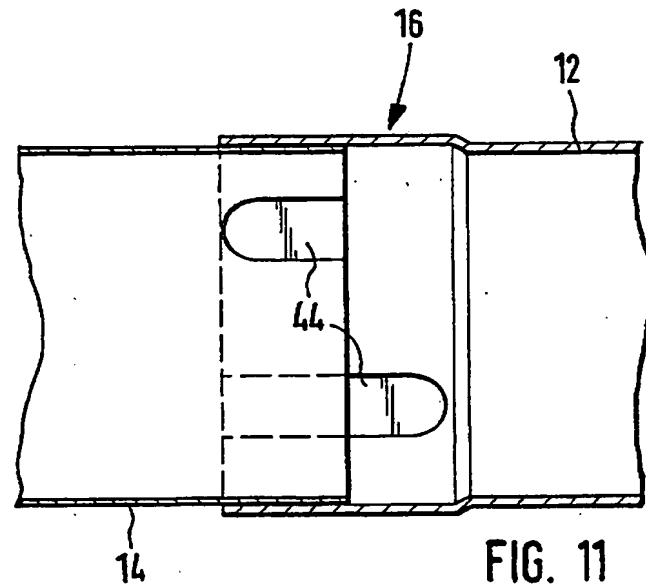
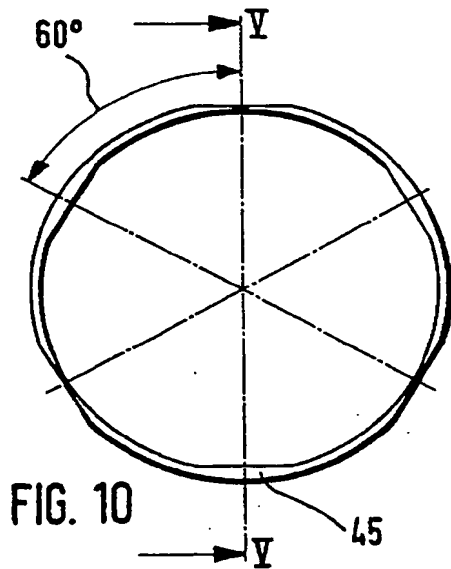
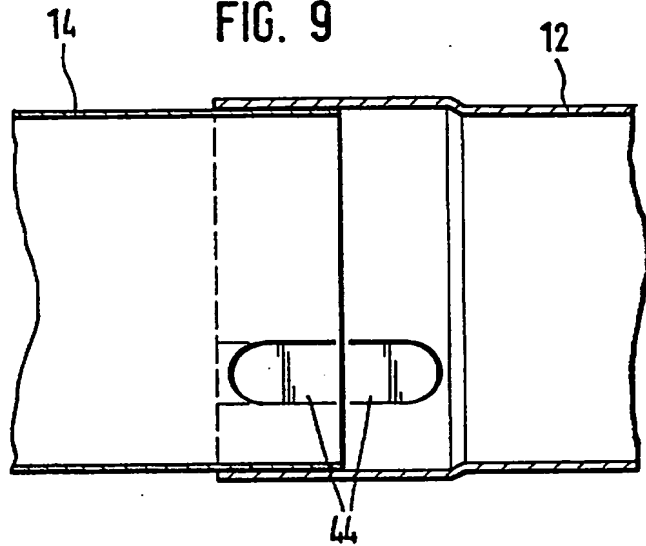


FIG. 9



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.